

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 16–29–15135 офн_м.

Литература

1. Азиз Х., Сеттари Э. Математическое моделирование пластовых систем. - М.-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2004. - 416 с.
2. Мазо А.Б., Булыгин Д.В. Суперэлементы. Новый подход к моделированию разработки нефтяных месторождений //Научно-технический журнал «Нефть. Газ. Новации». – Самара, 2011. - № 11. - С. 6 - 8.
3. Уолш М., Лейк Л. Первичные методы разработки месторождений углеводородов. - М.-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2008. - 672 с.

ОПТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ РАСТВОРИТЕЛЕЙ НА СВОЙСТВА НЕФТИ

Д.С. Афанасьев, М.Н. Новиков, Л.В. Чеканцева

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время большая доля запасов нефти является высоковязкой. Управление реологическими свойствами нефти связано со структурными превращениями, протекающими как под действием химических реагентов [1, 4]. Технология позволяет добывать высоковязкую нефть путем закачки специального растворителя в продуктивный пласт и извлечение продукции с существенно пониженной вязкостью [3]. Кроме закачки в продуктивный пласт для повышения нефтеотдачи или обработки призабойной зоны пласта, реагенты-растворители могут использоваться в промысловых работах по борьбе с отложением асфальтенов, смол и парафинов (АСПО) в призабойной зоне пласта добывающей скважины и в насосно-компрессорных трубах [3]. Наибольшая склонность к агрегации, осаждению и образованию отложений характерна для структур асфальтенов и эти компоненты являются смесью соединений с различной растворимостью [2]. Обычно структурные превращения сопровождаются перестройкой структуры ассоциатов, изменением их степени дисперсности [4]. Кроме этого, известно, что большое содержание низкомолекулярных предельных углеводородов приводит к потере агрегативной и кинетической устойчивости асфальтенов нефти.

Физические свойства нефти и ее состав в пределах одного и того же пласта не остаются постоянными. Одним из методов исследования изменения свойств нефти по залежи является спектрофотометрия, которая основана на определении степени поглощения исследуемым раствором (интенсивности его окраски). Колориметрические свойства нефти зависят от содержания асфальто-смолистых веществ. Вместе с изменением содержания последних в нефти изменяются ее вязкость, плотность и другие свойства. Поэтому, по изменению колориметрических свойств нефти можно судить и об изменении других ее параметров.

Целью настоящей работы являлось изучение особенностей поведения нефтей с различным содержанием смолисто-, асфальтеново-, парафиновых компонентов после добавления растворителей различной природы. Исследования проводились с образцами нефти Южно-Майского нефтяного и Рыбального месторождений, физико-химические свойства которых представлены в таблице (табл.).

Таблица

Физико-химические характеристики и состав нефти

Образец	ρ , кг/м ³ , при 20 °С	T_z нефти, °С	Содержание в нефти, % мас.		
			парафины	смолы	асфальтены
Нефть Южно-Майского месторождения	832,5	-9,2	10,14	6,93	0,64
Нефть Рыбального месторождения	832,5	-3	4,36	6,44	1,31

В данной работе были использованы оптические методы исследования. Фотометрическое исследование действия растворителей проводили на спектрофотометре PromEcoLab PE-3200S при длине волны 650 нм. Степень диспергирования после добавления растворителей определяли с помощью метода спектроскопии оптического смешения, основанном на счёте фотонов рассеянного лазерного излучения, на установке Photocor Complex. Измерения проводились с помощью инфракрасного лазера при длине волны 980 нм с использованием программы обработки данных PhotoCor-FC и определение размера частиц в программе DynaLS.

Поскольку нефть является поглощающей средой, оптические методы имеют свои ограничения. Поэтому были приготовлены смеси нефти и растворителей таких концентраций, при которых была возможность получения оптических характеристик – от 92 % до 99 % (об). В качестве растворителей использовались: толуол, о-ксилол, н-гептан и октан. Толуол и о-ксилол относятся к ароматическим углеводородам, хорошо растворяющим смолы и асфальтены. Н-гептан и октан являются алканами, которые хорошо растворяют смолы, но плохо растворяют асфальтены. В каждой группе растворители отличаются друг от друга молекулярной массой. На спектрофотометре последовательно проводили измерения оптической плотности (D) свежеприготовленного раствора и затем на установке Photocor Complex размер радиуса частиц (нм). Полученные результаты представлены на рисунках 1-4.

Анализируя полученные результаты, можно заметить, что диапазон определения оптической плотности ароматических растворителей зависит от молекулярной массы: для о-ксилола диапазон шире, чем толуола как для нефти Южно-Майского, так и для нефти Рыбального месторождений. Предельные углеводороды проявляют такую же зависимость от молекулярной массы для нефти Южно-Майского месторождения: октан имеет более широкий

диапазон, чем н-гептан. Для нефти Рыбального месторождения диапазон определения оптической плотности н-гептана примерно такой же, как у октана.

Анализ изменения радиусов частиц для нефтей обоих месторождений показывает тенденцию к их росту при увеличении концентрации растворителей. Для предельных углеводородов такая тенденция является закономерной, поскольку их присутствие нарушает агрегативную устойчивость системы. Для объяснения роста размеров частиц в растворах нефти с ароматическими растворителями требуются дополнительные исследования.

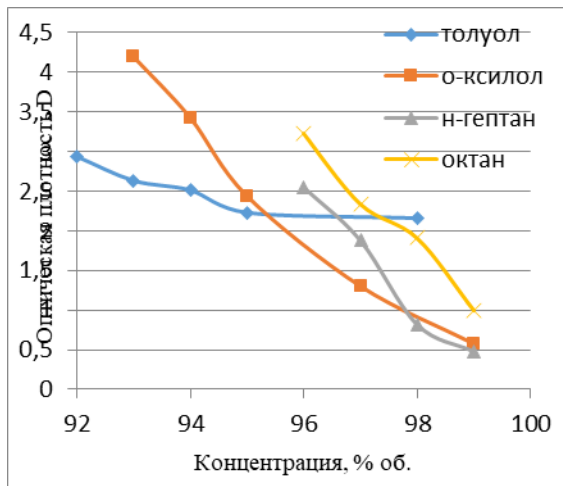


Рис. 1 Зависимость оптической плотности от концентрации растворителей нефти Ю-Майского месторождения

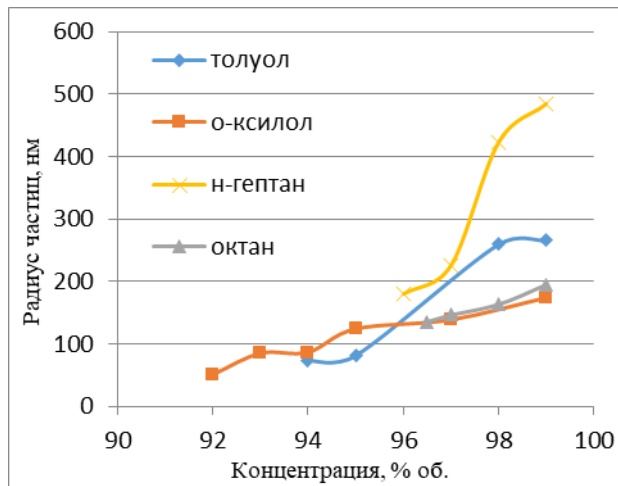


Рис. 2 Зависимость радиуса частиц от концентрации растворителей нефти Ю-Майского месторождения

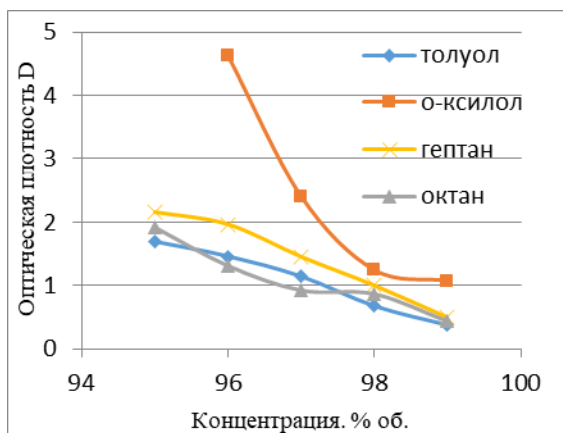


Рис. 3 Зависимость оптической плотности от концентрации растворителей нефти Рыбального месторождения

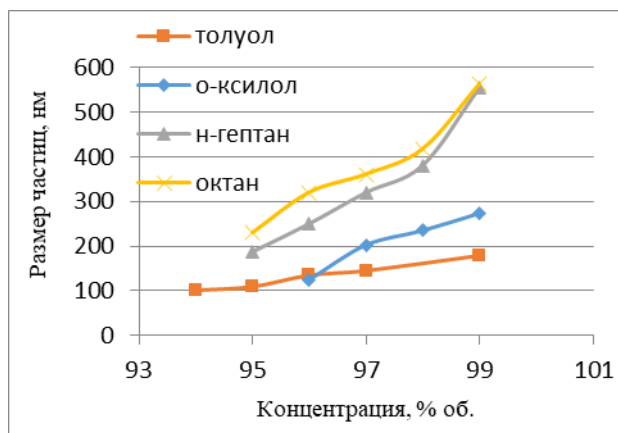


Рис. 4 Зависимость радиуса частиц от концентрации растворителей нефти Рыбального месторождения

Литература

1. Бешагина Е.В. Состав и структурно-реологические свойства асфальтосмолопарафиновых отложений в зависимости от условий их образования и химического типа нефти: Автореферат. Дис. .канд. хим. наук. – Томск, 2009. – 22 с.
2. Петренко Т.В. Исследование устойчивости асфальтенов в модельных углеводородных системах // Материалы IX Международной конференции по химии нефти и газа. – Томск, 2015. – С. 60 – 65.
3. Хромых Л.Н., Литвин А.Т., Никитин А.В. Обзор применения растворителей в процессе добычи высоковязкой нефти и природного битума // Международный научно-исследовательский журнал. – Екатеринбург, 2016. – №7. – С 163 – 167.
4. Юдина Н.В., Волкова Г.И., Лоскутова Ю.В., Прозорова И.В. Перспективные технологии подготовки нефти к транспорту // Форум «Нефть. Газ. Геология. Экология». – Томск, 2010. – С. 146 – 151.